

2u P 14 719 Wi

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 83402297.2

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 23 K 26/02**

(22) Date de dépôt: 29.11.83

**C 03 B 37/14, C 03 B 37/025**

(30) Priorité: 10.12.82 FR 8220768

(43) Date de publication de la demande:  
27.06.84 Bulletin 84/26

(84) Etats contractants désignés:  
DE GB IT NL SE

(71) Demandeur: THOMSON-CSF  
173, Boulevard Haussmann  
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: Graindorge, Philippe  
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann  
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: Arditty, Hervé  
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann  
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

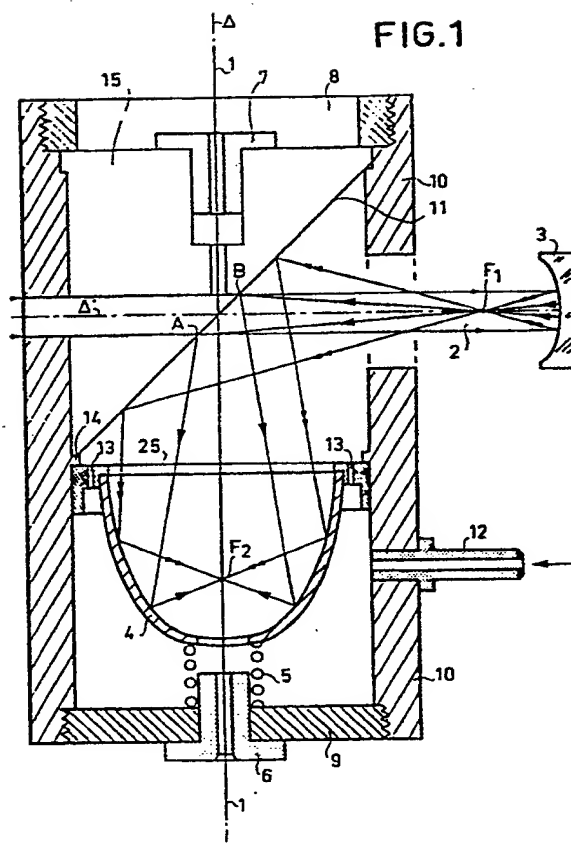
(54) Dispositif d'échauffement d'une zone annulaire superficielle d'un objet filiforme.

(57) L'invention a pour objet un dispositif comprenant un laser à dioxyde de carbone dont le faisceau (2) est dirigé vers un miroir (3) sphérique puis réfléchi sur un miroir ellipsoïdal (4) pour concentrer l'énergie de ce laser sur un anneau superficiel d'un objet filiforme (1).

Application, notamment, à la fabrication de fibres optiques conservant la polarisation circulaire.

**EP 0 112 224 A1**

./...



DISPOSITIF D'ECHAUFFEMENT D'UNE ZONE ANNULAIRE  
SUPERFICIELLE D'UN OBJET FILIFORME.

L'invention concerne un dispositif permettant l'échauffement d'une zone annulaire superficielle d'un objet filiforme.

Le domaine de l'invention est, en particulier, celui de l'épissurage de fibres optiques, qui permet le raccordement de fibres optiques.

- 5 L'épissurage entre deux fibres optiques consiste à effectuer une soudure entre les deux extrémités de ces fibres, correctement coupées, alignées et positionnées face à face, par exemple dans un V de guidage. En chauffant pendant quelques fractions de seconde à une température de 2000°C, la fusion et la soudure des extrémités sont réalisées. La source de
- 10 chaleur peut être de trois types : un arc électrique établi entre deux électrodes éventuellement contrôlé par un plasma gazeux un microchauffeur oxyhydrique ou un laser à dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

- Pour effectuer l'échauffement d'une zone annulaire superficielle d'un objet filiforme, par exemple d'une fibre optique, ce qui correspond au
- 15 problème que veut résoudre l'invention, on doit obtenir une zone d'échauffée dont les contours sont délimités avec une grande précision, ce qui n'était pas le cas des dispositifs de l'art connu. Dans la suite de la description on considèrera plus particulièrement l'exemple d'une fibre.

- Le dispositif de l'invention permet une fusion ponctuelle de la fibre
- 20 avec des puissances laser très faibles. Il permet en outre d'avoir une bonne symétrie de résolution de la zone échauffée.

- L'invention a pour objet un dispositif d'échauffement d'une zone annulaire superficielle d'un objet filiforme, caractérisé en ce qu'il comprend un laser à dioxyde de carbone délivrant un faisceau parallèle, un corps creux
- 25 ayant un axe de symétrie comportant une enceinte intérieure, des moyens de défilement de cet objet filiforme suivant un axe de défilement confondu avec cet axe de symétrie, un objet de forme cylindrique, d'axe de symétrie confondu avec cet axe de défilement, percé d'un alésage suivant cet axe pour permettre le défilement de l'objet filiforme et comportant une portée
- 30 inclinée qui est une surface réfléchissante pour le faisceau issu du laser, disposé à une première extrémité de ce corps creux et fixé aux parois

internes de ce corps, un miroir ellipsoïdal, d'axe de symétrie confondu avec l'axe de défilement percé suivant cet axe pour permettre le défilement de l'objet filiforme disposé à une deuxième extrémité de corps creux fixé aux parois internes de ce corps, et comportant un premier et second foyers conjugués dont le second situé sur l'axe de défilement, des moyens de focalisation du faisceau issu du laser au premier foyer du miroir ellipsoïdal, et en ce que le faisceau parallèle issu de ce laser a une direction perpendiculaire à l'axe de défilement de l'objet filiforme et comprise dans un plan perpendiculaire à cette portée inclinée, de manière à ce que ce faisceau après focalisation par les moyens de focalisation et après réflexion sur cette portée inclinée et sur les parois de ce miroir ellipsoïdal soit focalisé au deuxième foyer de ce miroir situé sur l'axe de défilement de cet objet filiforme.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description ci-après, en référence aux figures annexées où :

- la figure 1 illustre le dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 illustre deux aspects particuliers du dispositif selon l'invention ;
- la figure 3 illustre une variante du dispositif de l'invention ;
- la figure 4 illustre un dispositif de fibrage utilisant le dispositif de l'invention.

Dans le dispositif de l'invention, on utilise un laser dont le faisceau est dirigé sur un miroir parabolique (ou sphérique) puis réfléchi sur un miroir ellipsoïdal, permettant de concentrer l'énergie sur un anneau situé à la périphérie de l'objet filiforme.

Dans la suite de la description cet objet filiforme sera pris à titre d'exemple comme étant une fibre optique.

Dans la suite de la description on utilise un laser de type à dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), dont la longueur d'onde des rayonnements est de 10,6 micromètres. En effet un tel laser présente des avantages suivants : la possibilité de fusion de la fibre en silice sans dépôt d'impuretés dans la zone de fusion et la possibilité d'un contrôle précis de la focalisation du faisceau à l'endroit de la zone à chauffer et celui de la densité d'énergie émise par ce laser.

En effet pour cette longueur d'onde de 10,6 micromètres la fibre n'est plus transparente, elle est opaque et la chaleur qui est celle obtenue pour la pellicule extérieure de la fibre se propage alors à l'intérieur de celle-ci ce qui permet de ne pas avoir à utiliser de fortes puissances émises.

5 Ce dispositif permet donc une fusion de la fibre avec des puissances laser très faibles par exemple inférieures à 10 Watts, et d'avoir une bonne symétrie de révolution de la zone échauffée.

Le dispositif de l'invention comprend un corps creux 10 comportant une enceinte intérieure dans lequel on fixe à l'une de ses extrémités un objet  
10 de forme cylindrique 15. Sur la figure 1 cet objet 15 est coincé à titre d'exemple par un anneau 8 qui se vise dans le corps creux 10, de forme tubulaire par exemple.

Cet anneau 8 est une bague qui permet de coincer l'objet de forme cylindrique 15, qui est lui même bloqué sur un petit épaulement 14 situé sur  
15 la paroi interne du corps de forme tubulaire 10.

L'objet de forme cylindrique 15 comporte une portée inclinée 11 qui est une surface réfléchissante. Cet objet 15 est percé suivant son axe de symétrie d'un canal dans lequel peut défiler une fibre optique 1. Un orifice 7 dont les parois sont en polytétrafluoréthylène permet d'éviter d'abimer cette  
20 fibre en cas de frottement.

En effet le polytétrafluoréthylène a un coefficient de frottement extrêmement faible : il est par exemple de 0,04 sur un acier poli, et il est autolubrifiant et antiadhérent. Par comparaison, employés dans les mêmes conditions, le caoutchouc ou le néoprène ont des coefficients de frottement  
25 d'environ 0,8.

De l'autre coté de ce tube, est fixé par exemple par vissage un élément cylindrique qui comporte en son centre de symétrie un second orifice 6 ayant des parois en tétrafluoréthylène dans lequel défile aussi la fibre. Cet élément soutient un ressort 5 qui lui même soutient un miroir  
30 élliptique qui est percé en son centre pour laisser passer la fibre optique et qui est relié aux parois internes du corps creux 10 par des éléments qui comportent des trous 13 permettant au gaz introduit par l'orifice 12 de ventilation de s'écouler.

Ces différentes pièces comportent un axe de symétrie  $\Delta$ , telles que le

corps de forme tubulaire, le corps de forme cylindrique et le miroir ellipsoïdal sont très bien centrées les unes par rapport aux autres, et par rapport à l'axe de défilement de la fibre 1.

Le dispositif de l'invention est solidaire d'une équerre parallèle à la  
5 tour de fibrage, ce qui permet de bien régler la position relative du dispositif par rapport à la fibre 1 qui est étirée.

Le miroir ellipsoïdal est relié à l'intérieur du corps de forme tubulaire par l'intermédiaire, par exemple, d'un élément 25 ayant la forme d'une couronne et qui est percé d'orifices 13 permettant l'écoulement du gaz  
10 injecté par l'orifice 12. Par l'orifice 12 est assurée la ventilation qui consiste à introduire un gaz neutre qui circule sous le miroir ellipsoïdal pour ressortir par les orifices 13 qui sont répartis par exemple tout autour du miroir ellipsoïdal 4, ce qui permet de refroidir le miroir, et d'éviter de polluer la  
15 fibre. Sur le côté du tube et dans la partie correspondante de l'élément cylindrique est percé un alésage permettant le passage d'un faisceau laser 2.

L'axe de cet alésage est perpendiculaire à l'axe de défilement de la fibre 1, et situé dans un plan perpendiculaire au plan de la surface réfléchissante 11. La réflexion peut être assurée par exemple, par une  
20 couche d'or déposée sur cette surface réfléchissante 11 réalisée en cuivre par exemple ; le cuivre servant à améliorer la dissipation thermique en cas d'utilisation à forte puissance.

Le miroir 3 disposé dans un plan perpendiculaire à la direction du faisceau laser peut être un miroir sphérique ou parabollique, il focalise le  
25 faisceau lumineux 2 issu d'un laser, en un point F1. Après focalisation en F1, les rayons lumineux sont réfléchis par la surface réfléchissante 11 pour atteindre le miroir elliptique 4, et être réfléchis par celui-ci.

Les points F1 et F2 sont les deux foyers conjugués du miroir elliptique 4. Aussi les rayons issus de F1 convergent donc en F2 qui est situé au niveau  
30 de la fibre 1.

La zone échauffée située en F2 à la forme d'une couronne. Du fait des aberrations du miroir 3, elle peut avoir par exemple 1 millimètre de hauteur. La température obtenue en cette zone peut être de l'ordre de 1600°C qui est la température de ramolissement de la silice.

Comme représenté à la figure 2 le miroir d'alignement 3 est monté sur un dispositif de réglage 20 lui donnant deux degrés de réglage angulaire et un degré de réglage longitudinal, ce qui permet de jouer sur la position du point de focalisation des rayons réfléchis afin de le placer au foyer F1.

5 Les dispositifs de réglage 21,22 permettent de régler l'incidence du faisceau laser 2 dans le dispositif de l'invention.

La fibre 1 ne doit pas, une fois le réglage effectué, toucher les parois des orifices 6 et 7.

10 Le miroir d'alignement 3 peut être un miroir sphérique, mais un tel miroir comporte des aberrations. Ainsi pour un faisceau de 10 millimètres de diamètre et pour un miroir de 40 millimètres de courbure on obtient une tache de 1 millimètre en F2 qui est due à ces aberrations ; mais dans le dispositif de l'invention cela n'est pas gênant.

Pour éliminer ce phénomène et obtenir une focalisation vraiment  
15 ponctuelle en F2 on peut utiliser un miroir d'alignement 3 paraboloidal.

Dans l'exemple de montage illustré aux figures 1 et 2 la surface réfléchissante fait un angle de  $45^\circ$  par rapport à l'axe de défilement de la fibre mais ceci n'est pas nécessaire du moment que le faisceau lumineux est collimaté au premier foyer F1 du miroir ellipsoïdal. On pourrait remplacer  
20 le miroir d'alignement 3 par une lentille 23 servant elle aussi pour l'alignement, en plaçant alors la source laser de l'autre côté de cette lentille, comme représenté à la figure 3. Mais la lentille occasionne alors des pertes de puissance de l'ordre de 30% à 40% de la puissance incidente.

De plus le montage, illustré à la figure 1, permet d'effectuer les  
25 réglages de positionnement en utilisant un laser produisant un rayonnement dans le domaine du visible, car la surface 11 est réfléchissante quelle que soit la longueur d'onde du rayonnement incident ; alors qu'une lentille au germanium, par exemple, est opaque aux rayons visibles, et qu'une lentille en sélénure de zinc (ZnSe) entraîne des modifications de l'indice en fonction  
30 de la longueur d'onde utilisée.

L'avantage de l'utilisation d'un rayon laser pour échauffer l'objet filiforme est qu'aucun élément autre que l'objet n'est échauffé, ce qui permet d'éviter une pollution de cet objet qui existe notamment avec une résistance graphite du fait des projections de graphite.

Ce dispositif peut être utilisé dans différents appareils et notamment dans celui décrit à la figure 5.

Cette figure illustre les différents éléments d'une machine de fibrage mettant en oeuvre un procédé permettant de conserver la polarisation circulaire dans une fibre optique.

Ce procédé consiste à soumettre la fibre à des contraintes de torsion pendant son étirage et à refondre une partie du volume de la fibre située à la périphérie de celle-ci.

Ceci a pour conséquence de relacher les contraintes sur la périphérie alors qu'elle sont maintenues sur le coeur de la fibre. Lorsque les contraintes de torsion extérieure appliquées à la fibre sont relâchées, le champ des contraintes se répartit de façon à ce que les contraintes supportées par la périphérie soient très faibles. Le bilan des contraintes dans la fibre doit être nul. Cette refusion de la fibre en superficie est effectuée sur une fibre sans protection, maintenue en torsion.

Le résultat est tel que la zone centrale est soumise à des contraintes de torsion pratiquement égales à celles appliquées pendant l'étirage, alors que les contraintes supportées par la partie refondue sont négligeables. En effet, l'intégrale des moments des contraintes sur chacune des zones sont dans le rapport des surfaces des zones, donc très faibles près de la périphérie et très fortes près du coeur. Ce procédé de refusion permet d'avoir simultanément des contraintes élevées au niveau du coeur de la fibre et des contraintes très faibles à la périphérie de cette fibre ainsi qu'une absence de torsion résiduelle.

Ce procédé consiste donc à contraindre la fibre en torsion et à la refondre superficiellement alors qu'elle est sous contrainte. En volume par exemple  $3/4$  ou  $9/10$  de la fibre sont touchés par la refusion, le coeur n'étant pas touché par celle-ci ; c'est à dire une partie centrale d'environ 10 à 20 micromètres n'est pas touchée. Le matériau après refusion reste en place.

Le dispositif représenté à la figure 5 est donc le dispositif de mise en oeuvre de ce procédé.

Les différents éléments de ce dispositif sont les suivants. Une pré-forme 8 qui est positionnée à l'intérieur des moyens de fusion 9, qui peuvent être un chalumeau, un four à effet à Joule, un four à induction hautes,



moyennes ou basses fréquences, est à l'origine de la fibre 1. Ces moyens de fusion 9 ramollissent la préforme 8. La matière commence à couler et l'on obtient par étirage et torsion une fibre 1.

5 Le premier élément après le four d'étirage est tel que la torsion appliquée à la fibre n'est pas absorbée par le cône d'étirage. IL s'agit de poulies 39 induites de matériau anti-dérapant (caoutchouc, silicone) dans laquelle la fibre ne peut pas glisser. Le portique 17 fournissant une contrainte de torsion à la fibre est un tambour d'enroulement. Ce tambour imprime à la fibre un nombre de tours de torsion proportionnel à la vitesse  
10 d'étirage, un dispositif de fibrage permettant d'étirer et de torsader la fibre pendant sa fabrication.

On peut alors réaliser une enduction à partir de l'enducteur 15 d'un matériau 18 de protection qui peut être du plastique ou du métal.

15 Le four de refusion 40 peut être conçu de différentes façons : ce peut notamment être le dispositif de l'invention.

La profondeur de la refusion peut être contrôlée en mesurant le couple appliqué par la fibre sur les poulies de serrage 39.

REVENDECATIONS

1. Dispositif d'échauffement d'une zone annulaire superficielle d'un objet filiforme, caractérisé en ce qu'il comprend un laser à dioxyde de carbone délivrant un faisceau parallèle, un corps creux (10) ayant un axe de symétrie ( $\Delta$ ) et comportant une enceinte intérieure, des moyens de défilement de cet objet filiforme (1) suivant un axe de défilement confondu avec cet axe de symétrie ( $\Delta$ ), un objet (15) de forme cylindrique, d'axe de symétrie confondu avec cet axe de défilement, percé d'un alésage suivant cet axe pour permettre le défilement de l'objet filiforme et comportant une portée inclinée (11) qui est une surface réfléchissante pour le faisceau issu du laser, disposé à une première extrémité de ce corps (10) creux et fixé aux parois interne de ce corps, un miroir ellipsoïdal (4), d'axe de symétrie confondu avec l'axe de défilement ( $\Delta$ ) percé suivant cet axe pour permettre le défilement de l'objet filiforme disposé à une deuxième extrémité de ce corps creux (10) et fixé aux parois interne de ce corps (10), et comportant un premier et second foyers conjugués (F1, F2) dont le second (F2) situé sur l'axe de défilement ( $\Delta$ ), des moyens de focalisation du faisceau issu du laser au premier foyer (F1) du miroir ellipsoïdal (4), et en ce que le faisceau parallèle (2) issu de ce laser a une direction perpendiculaire à l'axe de défilement ( $\Delta$ ) de l'objet filiforme et comprise dans un plan perpendiculaire à cette portée inclinée (11), de manière à ce que ce faisceau après focalisation par les moyens de focalisation et après réflexion sur cette portée inclinée (11) et sur les parois de ce miroir ellipsoïdal soit focalisé au deuxième foyer (F2) de ce miroir situé sur l'axe de défilement de cet objet filiforme.

25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de focalisation comportent un miroir (3) sphérique, en ce que le corps (10) creux et l'objet (15) de forme cylindrique comportent deux alésages cylindriques dont les axes ( $\Delta'$ ) sont confondus et sont perpendiculaires à l'axe de défilement ( $\Delta$ ), et compris dans un plan perpendiculaire à la portée inclinée (11) de cet objet de forme cylindrique, et en ce que ce miroir (3) a son axe de symétrie confondu avec l'axe de symétrie ( $\Delta'$ ) de ces alésages et est disposé de l'autre côté du corps de forme tubulaire (10) par rapport au laser.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de focalisation comportent un miroir (3) parabolique, en ce que le corps (10) creux et l'objet (15) de forme cylindrique comportent deux alésages cylindriques dont les axes ( $\Delta'$ ) sont confondus, et sont perpendiculaires à l'axe de défilement ( $\Delta$ ), et compris dans un plan perpendiculaire à la portée inclinée (11) de cet objet (15) de forme cylindrique, et en ce que ce miroir (3) a son axe de symétrie confondu avec l'axe de symétrie ( $\Delta'$ ) de ces alésages, et est disposé de l'autre côté du corps de forme tubulaire (10) par rapport du laser.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de focalisation comportent une lentille (23) dont l'axe de symétrie est perpendiculaire à l'axe de défilement ( $\Delta$ ) de l'objet filiforme et compris dans un plan perpendiculaire à la portée inclinée (11), et en ce que cette lentille (23) est située entre le laser et le corps creux (10).

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ce corps creux (10) est un corps de forme tubulaire.

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de défilement comportent deux éléments (8,9) disposés aux deux extrémités du corps (10) de forme tubulaire ayant chacun un orifice (7,6) situé au niveau de l'axe de symétrie ( $\Delta$ ) de ce corps (10) et qui laisse défiler l'objet filiforme (1).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ces orifices (6,7) ont des parois en tétrafluoréthylène.

8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le miroir ellipsoïdal (4) repose sur un ressort (5) fixé sur l'un de ces éléments (9).

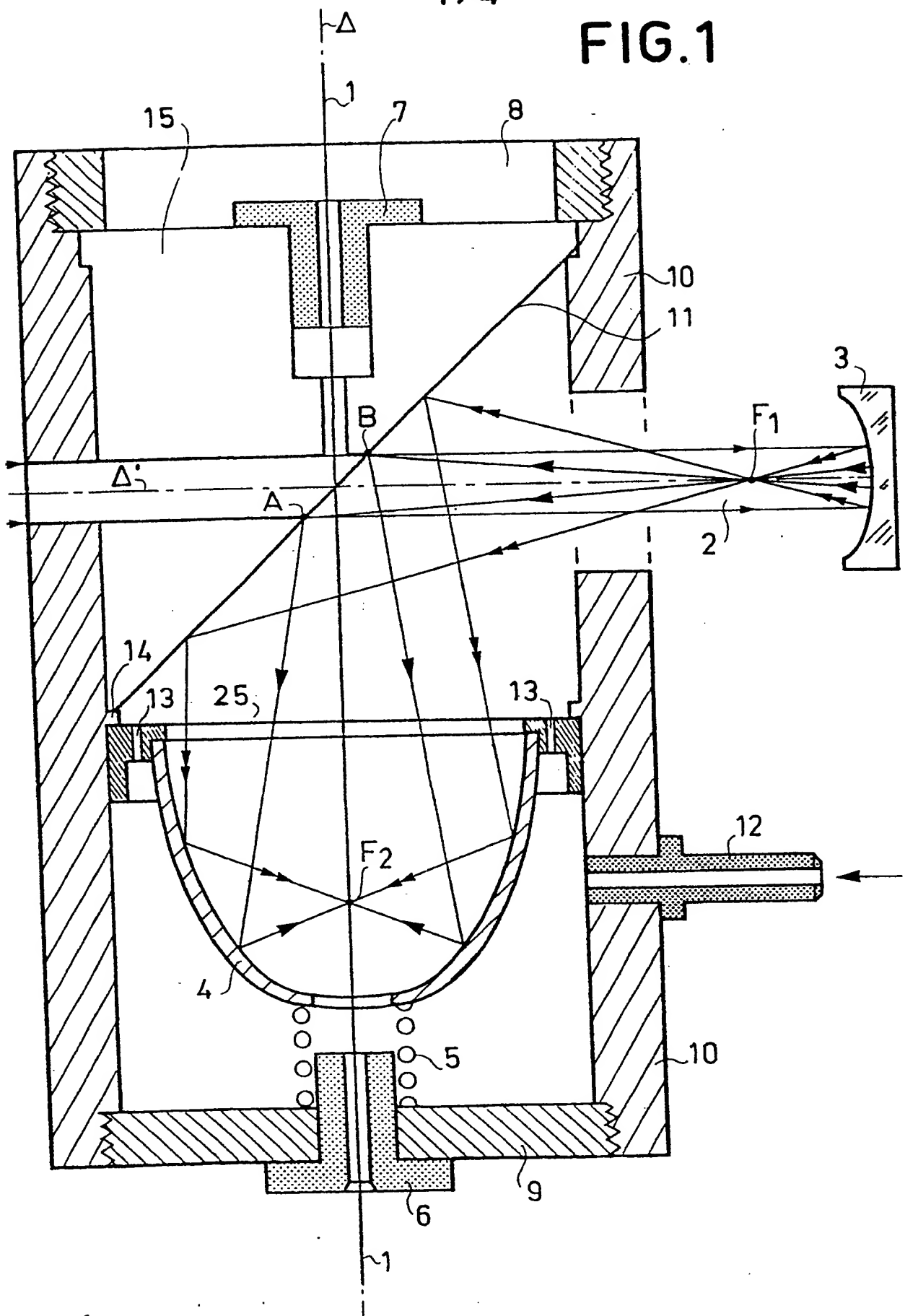
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le miroir ellipsoïdal (4) est fixé aux parois internes du corps de forme tubulaire par l'intermédiaire d'une couronne (25) percée de trous de ventilation (13).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le corps de forme tubulaire comporte un orifice de ventilation (12) situé entre cette couronne (25) percés de trous et l'élément (9) qui supporte le ressort (5), cet orifice recevant un gaz neutre insufflé en provenant de l'extérieur du corps creux (10).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'objet (1) filiforme est une fibre optique.

1/4

FIG. 1



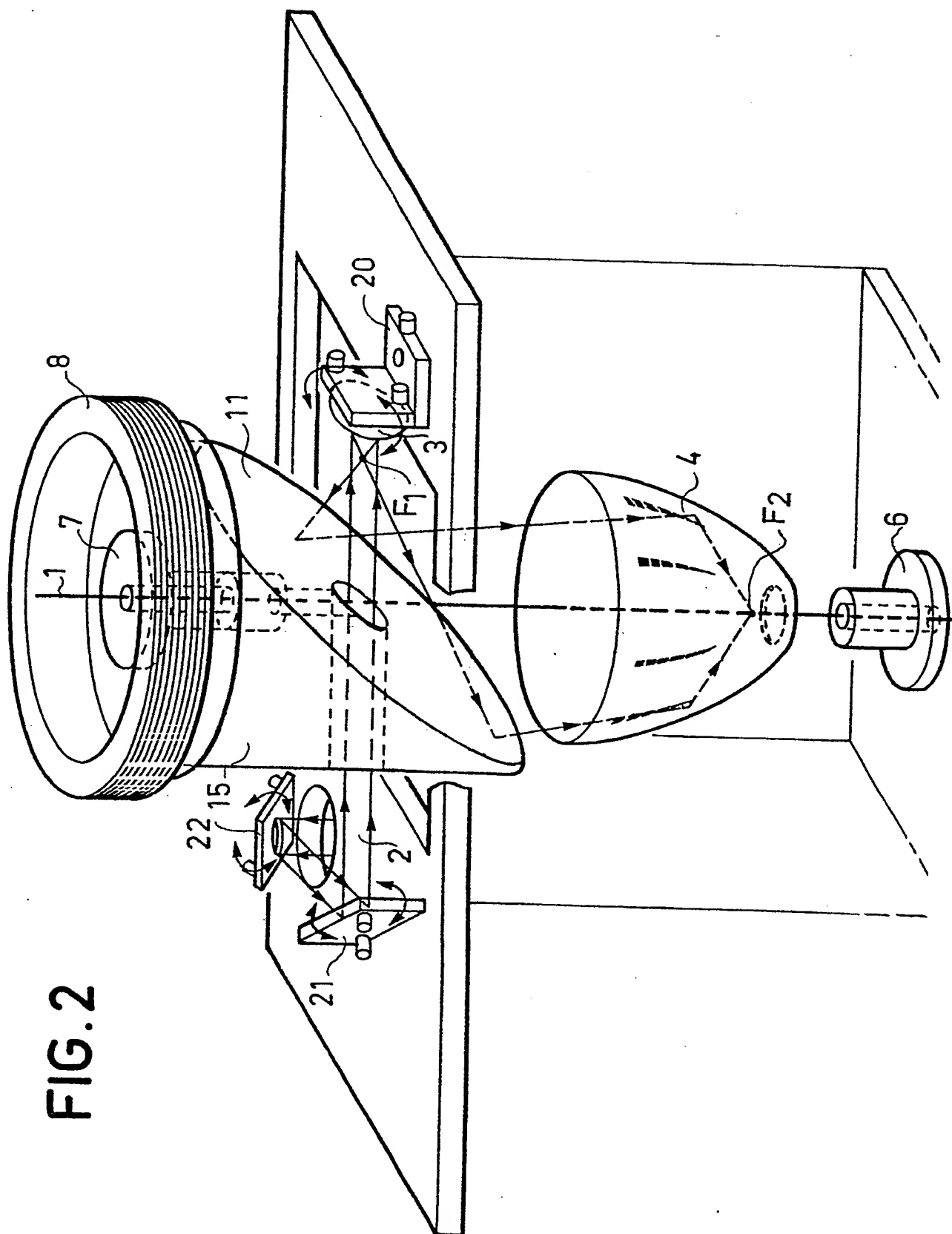
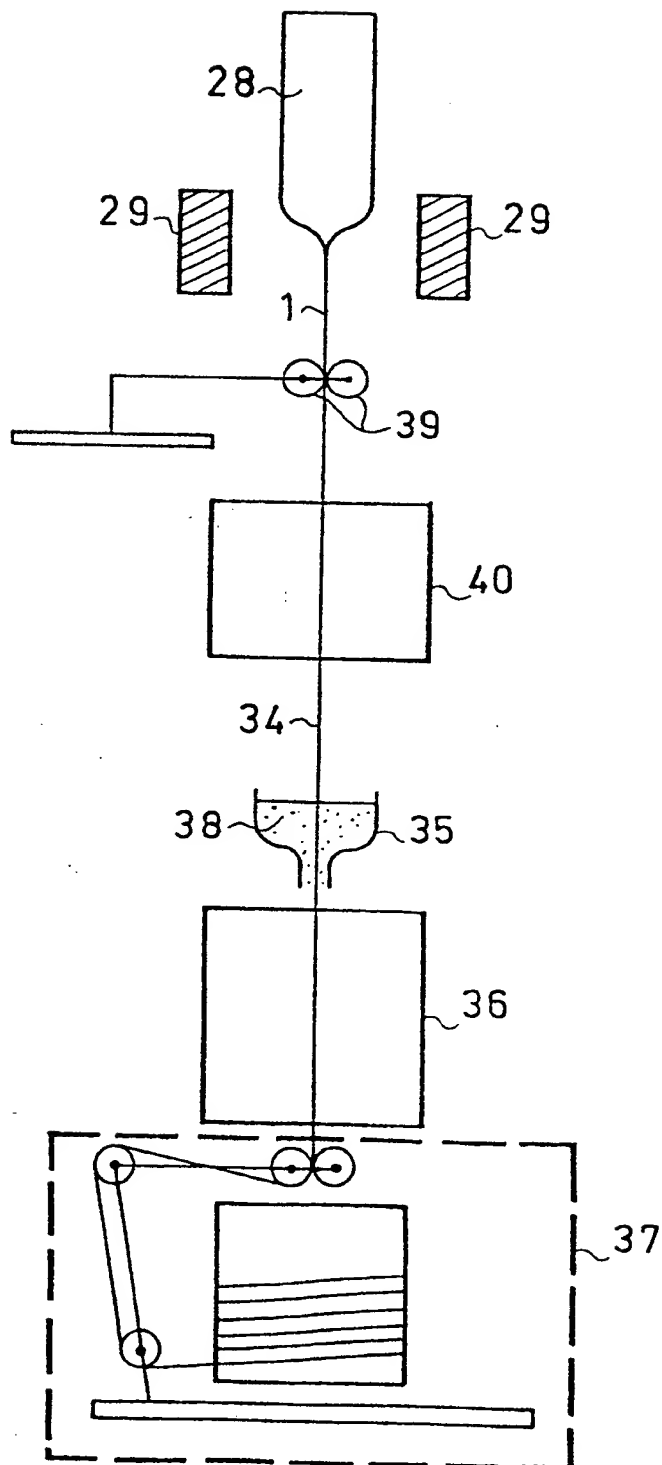


FIG. 2



FIG. 4





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0112224  
Numéro de la demande

EP 83 40 2297

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 7)
A	FR-A-2 323 646 (HITACHI) * En entier *	1	B 23 K 26/02 C 03 B 37/14 C 03 B 37/025
A	US-A-4 058 699 (VAN VLOTEN) * En entier *	1	
A	DE-A-2 432 538 (SIEMENS) * En entier *	1	
A	FR-A-2 267 987 (HOUSONNE) * En entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 7)
			B 23 K 26/00 C 03 B 37/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-02-1984	Examineur VAN DEN BOSSCHE W.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			